

人工気泡による鋼材表面疵の追跡*

梶 山 勝 津 芳**

Tracing of Surface Defects on Steel Products by
Means of Artificial Blowholes.

Katsuyosi Kajiyama

Synopsis:

It is considered that surface defects of steel products such as round bars and sections have been depended on the skin blowholes of ingots originating from steel making and teeming process.

There are some kinds of the steel products on which seamy defects appear easily during rolling operation while others do not, and in the case of each steel products, there are specific parts on which seamy defects appear easily.

In order to solve such practical problems, the author pursued the relation between surface defects of ingot and that of various steel products by means of artificial blowholes.

The results were as follows:

The seamy defects on various round bars and sections tended to appear severely on the parts which correspond to the wider side of the rectangular cross section of the ingot and their development was much affected by the initial roughing conditions.

I. 緒 言

鋼材に発生する表面疵については従来より問題視されていたが、近年一段と要望が厳格になり丸鋼ならびに山形鋼、溝形鋼などの一般構造用圧延鋼材における表面疵とくに縦疵についてはその防止対策の徹底と同時にその合理的実施を要することになった。一方縦疵の発生については、鋼塊表面欠陥ならびに圧延作業に起因する諸欠陥などの問題点があり両者のいずれに起因するか判然としない点もあるが、現在のところ鋼塊表面のスキンプローホールが主な原因と考えられており製鋼、造塊などにおける減少対策については種々報告にみられるとおりである。

しかしながら鋼塊から製品までの圧延作業において製品の種類によつて縦疵の発生しやすいものと発生しにくいものがあり、またそれぞれの製品についても縦疵として生長しやすい位置と生長しにくい位置とがある。このように鋼塊から製品への圧延過程における表面疵の生長には圧延技術の問題がかなり影響しているがこの方面の文献も少くまた実際面からの要請にもかんがみて各種鋼材につき鋼塊断面位置と圧延製品における縦疵発生位置との関係を追跡し効果的に鋼材表面疵発生防止を行なった。

II. 試 験 方 法

試験の対象にした丸鋼は比較的縦疵の発生しやすい55 mm ϕ および60 mm ϕ 丸鋼であり形鋼は $\angle 90 \times 7$, $\angle 65 \times 6$, $\angle 50 \times 6$ のアンゲルならびに $\square 125 \times 65 \times 6$, $\square 150 \times 75 \times 6 \cdot 5$ のチャンネルについて実施した。なお形鋼についてはフランジ先端に縦疵が現れやすいのでこの点を重視して試験を行なった。

使用した鋼塊はいずれも断面240 $\times$ 180 mm, 長さ1500 mm, 単重450 kgの下注キルド鋼塊でありいずれも機械加工により4面皮剥ぎしたものを使用した。丸鋼用鋼塊に穿孔した人工気泡は5 mm ϕ $\times$ 10 mm深さおよび10 mm ϕ $\times$ 10 mm深さの2種類であり、穿孔位置はFig. 1の左図に示すとおりである。形鋼用鋼塊には5 mm ϕ $\times$ 10 mm深さの人工気泡をFig. 1の右図に示す、要領にて穿孔した。

以上7種類の製品について鋼塊から製品まで人工気泡のtraceを行なった結果につき要約すると下記に示すとおりである。

* 昭和34年4月本会講演大会にて発表

** 住友金属工業株式会社, 小倉製鉄所技術部

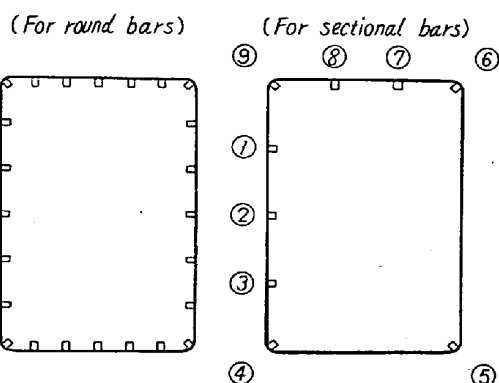


Fig. 1. Marking in the cross section of ingots.

III. 試 験 結 果

1. 丸 鋼

55 mm ϕ および 60 mm ϕ 丸鋼表面にあらわれた縦疵の分布を示すと Fig. 2 に示すとおりである。55 mm ϕ 丸鋼の場合は天地側の方が左右側に較べて縦疵の数が多く分布密度が大きくなっている。60 mm ϕ 丸鋼の場合は逆に天地側の方が左右側にくらべて分布密度が小さくなっている。

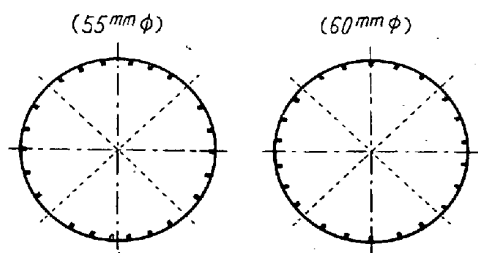


Fig. 2. Distribution of seamy defects on round bars.

55 mm ϕ , 60 mm ϕ 丸鋼の表面にあらわれた縦疵の長さについて測定した結果それぞれ Fig. 3, Fig. 4 に示すとおりである。すなわち 55 mm ϕ 丸鋼では天地側の

方が左右側に較べて縦疵の長さが大となり 60 mm ϕ 丸鋼では 55 mm ϕ 丸鋼の場合とは逆になつてゐる。縦疵の長さについて観察結果の一例を示すと Photo. 1 のとおりである。

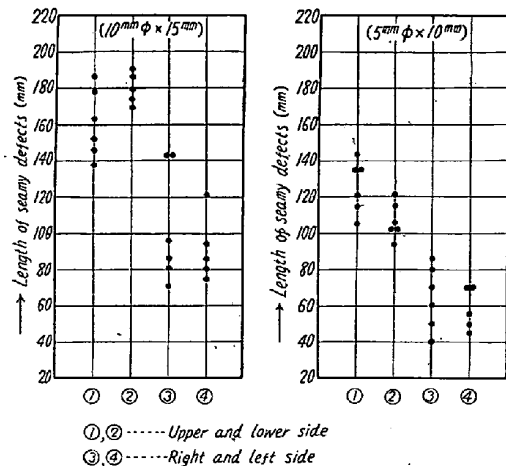
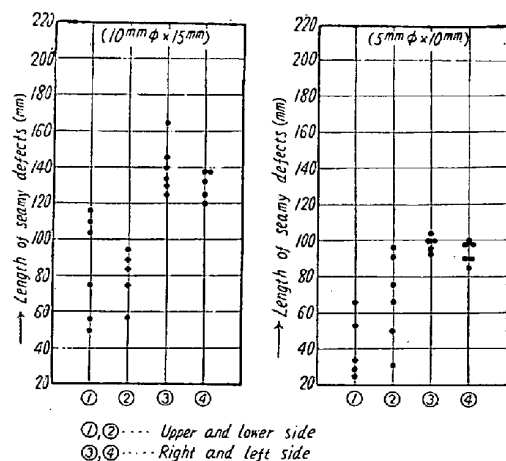
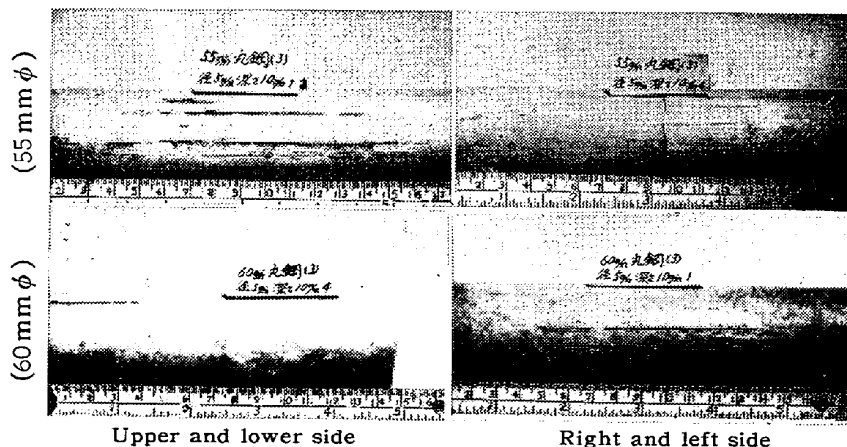
Fig. 3. Length of seamy defects on a 55 mm ϕ round bar.Fig. 4. Length of seamy defects on a 60 mm ϕ round bar.

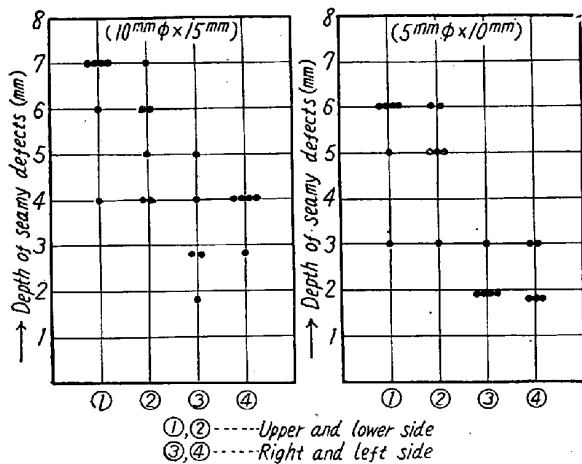
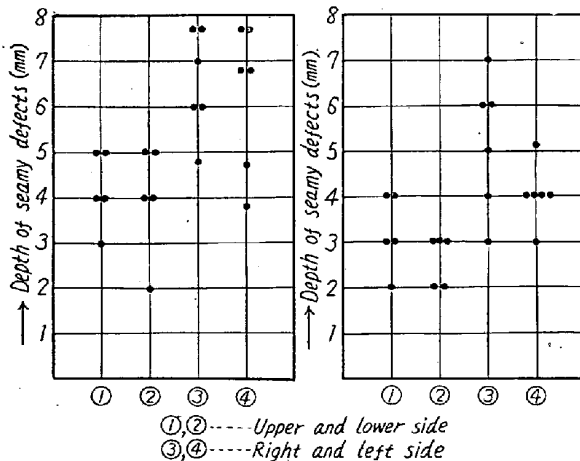
Photo. 1. Macroscopic observation of seamy defects on round bars.

縦疵の深さについても Fig. 5, Fig. 6 に示すように縦疵長さと同様な結果を示している。Fig. 3~Fig. 6 の結果をまとめたものが Table 1, Table 2 である。

一方鋼塊から製品までの追跡結果 55 mm ϕ 丸鋼では鋼塊矩形断面の長面が製品の天地側に、短面が左右側に相当する。60 mm ϕ 丸鋼では長面側が製品の左右側に、短面が天地側に相当する。これらの結果と Table 1 に示す縦疵長さとの関係を照し合せて見ると縦疵の長さについては 55 mm ϕ 60 mm ϕ , 丸鋼共に鋼塊長面側に穿孔した

Table 1. Length of seamy defects on round bars.

Size (mm ϕ)	Dia. of artificial blowholes (mm ϕ)	Length of seamy defects				
		Calculation value (C)	Upper and lower side		Right and left side	
			Measurement value (Mu)	M _U /C	Measurement value (Mv)	M _R /C
55	5	78.5 mm	106.6 mm	136%	68.9 mm	87.8%
	10	157	156.8	99.9	96.8	61.7
60	5	66	60.4	91.5	102.0	154.5
	10	132	88.9	67.3	131.6	99.7

Fig. 5. Depth of seamy defects on a 55 mm ϕ round bar.Fig. 6. Depth of seamy defects on a 60 mm ϕ round bar.

人工気泡の方が短面側に較べてより長くあらわれる傾向があることが理解できる。なお 55 mm ϕ , 60 mm ϕ 丸鋼の場合のいずれも 5 mm dia, 10 mm dia の人工気泡の伸長率では Table 1 より前者の方が大きくなっているが径/深さの比について 5 mm dia の方が小さくなっているため²⁾であると考え。

2. 形鋼

Table 2. Depth of seamy defects on round bars.

Size (mm ϕ)	Dia. of artificial blowholes (mm ϕ)	Depth of seamy defects	
		Upper and lower sides	Right and left sides
55	5	5.2 mm	2.2 mm
	10	5.8	3.5
60	5	2.9	4.6
	10	4.1	6.4

3 種類のアンゲルならびに 2 種類のチャンネルについて Fig. 1 に示すように鋼塊にマークした人工気泡の trace をおこなった結果、鋼塊位置と製品位置との関係は Fig. 7 に示すとおりであり製品のフランジ先端は下記に示す鋼塊位置に相当することがわかった。

- ① $\angle 90 \times 7$ ①~③ (長面)
- ② $\angle 65 \times 6$ ⑦~⑧ (短面)
- ③ $\angle 50 \times 6$ ⑦~⑨ (")
- ④ $\square 125 \times 65 \times 6$ ⑦~⑨ (")
- ⑤ $\square 150 \times 75 \times 6.5$ ⑦~⑨ (")

つぎに 5 種類の形鋼についてフランジ先端部とその他の部分とに分けて縦疵平均長さを示すと Table 3 のとおりである。縦疵の長さは $\angle 90 \times 7$ アンゲルの場合だけフランジ先端の方が長くなっているがその他の製品についてはいずれもフランジ先端の縦疵の方が小さくなっている。

IV. 結果の考察

丸鋼、形鋼についての試験結果より一貫した現象としてはいずれの製品についても鋼塊の長面側にあたる部分に縦疵がひどく発生したことである。

丸鋼については 55 mm ϕ と 60 mm ϕ ではほとんど同じ孔型を使用して粗スダンド、仕上スダンドでは全く

Table 3. Length of seamy defects on section bars.

Size (mm ϕ)	Length of seamy defects					
	Calculation value (C)	Edge of flange		Other parts		ME/Mo or Mo/ME
		Measurement value (ME)	ME/C	Measurement value (Mo)	Mo/C	
$\angle 90 \times 7$	152.5 mm	232 mm	152.2%	193 mm	126.5%	1.20
$\angle 65 \times 6$	248	266	107.3	348	140.5	1.30
$\angle 50 \times 6$	293	370	126.2	526	179.5	1.42
$\square 125 \times 65 \times 6$	109.5	112	102.3	158	144.3	1.41
$\square 150 \times 75 \times 6.5$	78.5	70	89.2	121	154.2	1.73

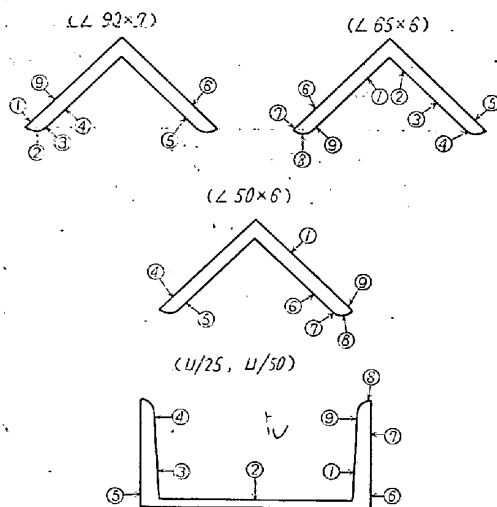


Fig. 7. Distribution of seamy defects on sectional bars.

同じ圧延作業を行い異なった点といえば造形孔型の初期すなわち角孔型からダイヤモンド孔型へ移行する段階において倒しを逆にしたため丸鋼製品において天地、左右の関係が逆になったことである。鋼塊表面の人工気泡は各面とも同一サイズにて穿孔していることから考えてみて製品の天地側、左右側に発生する縦疵の差異は造形孔型以前の問題であり粗ロール圧延においてはとくに圧延上の問題はないと考えるので粗ロール圧延の初期において縦疵の生長に差異を生じこの違いが製品にまで残存したものと考える。

形鋼については $\angle 90 \times 7$ アンゲルとその他のサイズの形鋼とではフランジ先端に相当する鋼塊面の位置が異なり、前者の場合は鋼塊長面、後者では鋼塊短面がフランジ先端部に相当する pass schedule をとっている。両者について異なる点といえはいずれも粗スタンドの後期における倒し方の違いであり造形、仕上孔型については縦疵の生長に差異は考えられない。以上の点より形鋼の場合も縦疵発生時期ならびに生長性の相違点としては粗ロール初期の影響が大きな要素になっているものと考ええる。

粗ロール初期の圧延工程は Fig. 8 に示すとおりであり矩形断面の短面側を連続 3 回圧下ししかる後 90° の倒しを行つている。

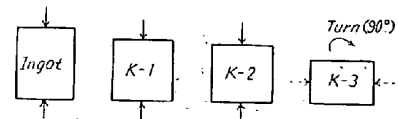


Fig. 8. Rolling process in initial roughing pass.

粗スタンド K-3 における表面気泡圧着機構をみるためにリムド鋼塊を使用して試料を採取し横断面のマクロ組織を観察した結果 Photo. 2 に示すとおりである。

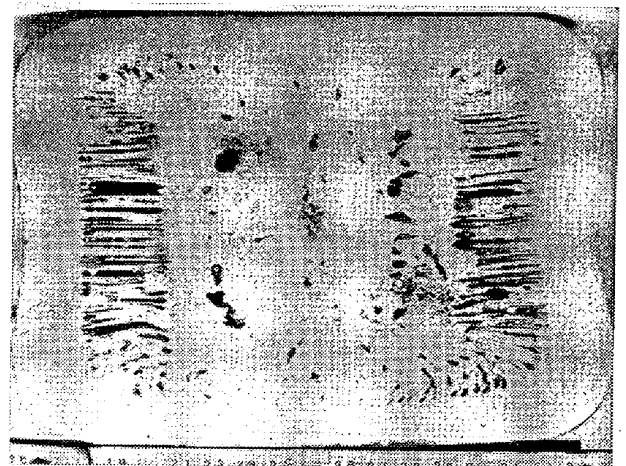


Photo. 2. Macrostructure on cross section of K-3 cobble in roughing pass.

圧下面である鋼塊短面では、管状気泡がほとんど圧着し長面では鋼塊の状態とほとんど変わらずに管状気泡が存在している状況が認められる。かかる現象より粗スタンドの初期においては圧下面に存在していた表面気泡は圧着しやすく被圧下面である長面側の欠陥は縦疵として残存し生長しやすい傾向にあることがわかる。丸鋼ならびに形鋼製品のいずれもかかる現象とよく一致した結果を示し縦疵に対して粗スタンド初期の影響が大きいことを確めた。

V. 結 言

鋼塊の表面に人工気泡を作りこれを丸鋼ならびに形鋼製品に圧延し縦疵の trace をおこなった結果下記の点があきらかになり適応の対策を講ずることができた。

(1) 丸鋼については各サイズとも縦疵の発生は粗ロール初期の影響により鋼塊長面に相当する部分に密集度ならびに長さ、深さのいずれも大きくあらわれることを確認した。

(2) 形鋼についてはフランジ先端に縦疵が比較的あらわれやすく問題となる点であるが人工気泡による trace の結果各種製品ともフランジ先端と鋼塊位置との関係があきらかになった。なお縦疵長さについては丸鋼の場合と同様に鋼塊長面側にあたる部分に大きくあらわれている。形鋼の場合には initial-pass の影響に加え造形孔型におけるフランジ先端部の流れが加味されるため

∠90×7 アンゲルの場合には鋼塊の長短両面の差が比較的小さく、その他の製品のように鋼塊短面がフランジ先端に相当する場合には両者の差が顕著にあらわれることを確認した。

(3) 以上の調査結果により製品寸法別に重点的に鋼塊の選定・手入をおこなう箇所があきらかにされ縦疵防止に役立てられた。

終りに本実験の遂行にあたりいろいろ指導と配慮をいただいた上司ならびに圧延技術面について種々協力下さった第一圧延課松井雅之氏その他の各位に厚く御礼申し上げる次第であります。(昭和 34 年 9 月寄稿)

文 献

- 1) C. L. Meyette & V. E. Elliott: A.I.M.E. (1948) 201~218
- 2) 大竹, 村山, 松倉: 製鉄研究 (1955) 938~948

セミキルド厚鋼板の内部欠陥について*

大竹 正**・青木宏一**・権藤 永**・佐々木幸人**

Internal Defects of Semikilled Steel Plates.

Tadashi Ohtake, Koichi Aoki, Hisashi Gondoh, and Yukito Sasaki

Synopsis:

The extent of internal defects, which lay at the top of the semikilled mild steel plate, was measured by ultrasonic testing of the liquid-holding method. Samples were selected from plates of the same size which were rolled from ingots of the same type.

The extent (area) of the defects seemed to have some relation to manufacturing conditions. Studying the relation, the following results were obtained:

(1) The extent of defects is low for the first and last poured ingots, but is high for those poured between.

(2) The extent of defects has a linear relation to the pouring temperature, i. e. the higher the temperature, the higher the extent of defects.

(3) Pouring speed does not affect the extent of defects.

(4) Ingots, charged into a soaking pit inversely, show the same tendency as (1) as to extent of defects, however, except for the first poured, the extent of defects is lower than for usual charging.

(5) Too large cropping of slabs after slabbing greatly increases the extent of defects. This is caused by the oxidation of the shrinkage pipe.

(6) Too short track time disturbs the relation shown in (1) and increases the average extent of defects.

(7) These defects seem to be caused by the scum remaining near the top surface of the ingot.

* 昭和 33 年 10 月本会講演大会にて発表 ** 八幡製鉄株式会社, 八幡製鉄所技術研究所